



(19)

(11) Publication number: **2001189637 A**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **2000296075**(51) Int'l. Cl.: **H03H 9/145 H03H 9/64**(22) Application date: **28.09.00**

(30) Priority: 18.10.99 JP 11294748	(71) Applicant: TOSHIBA CORP
(43) Date of application publication: 10.07.01	(72) Inventor: MITOBE SEIICHI
(84) Designated contracting states:	(74) Representative:

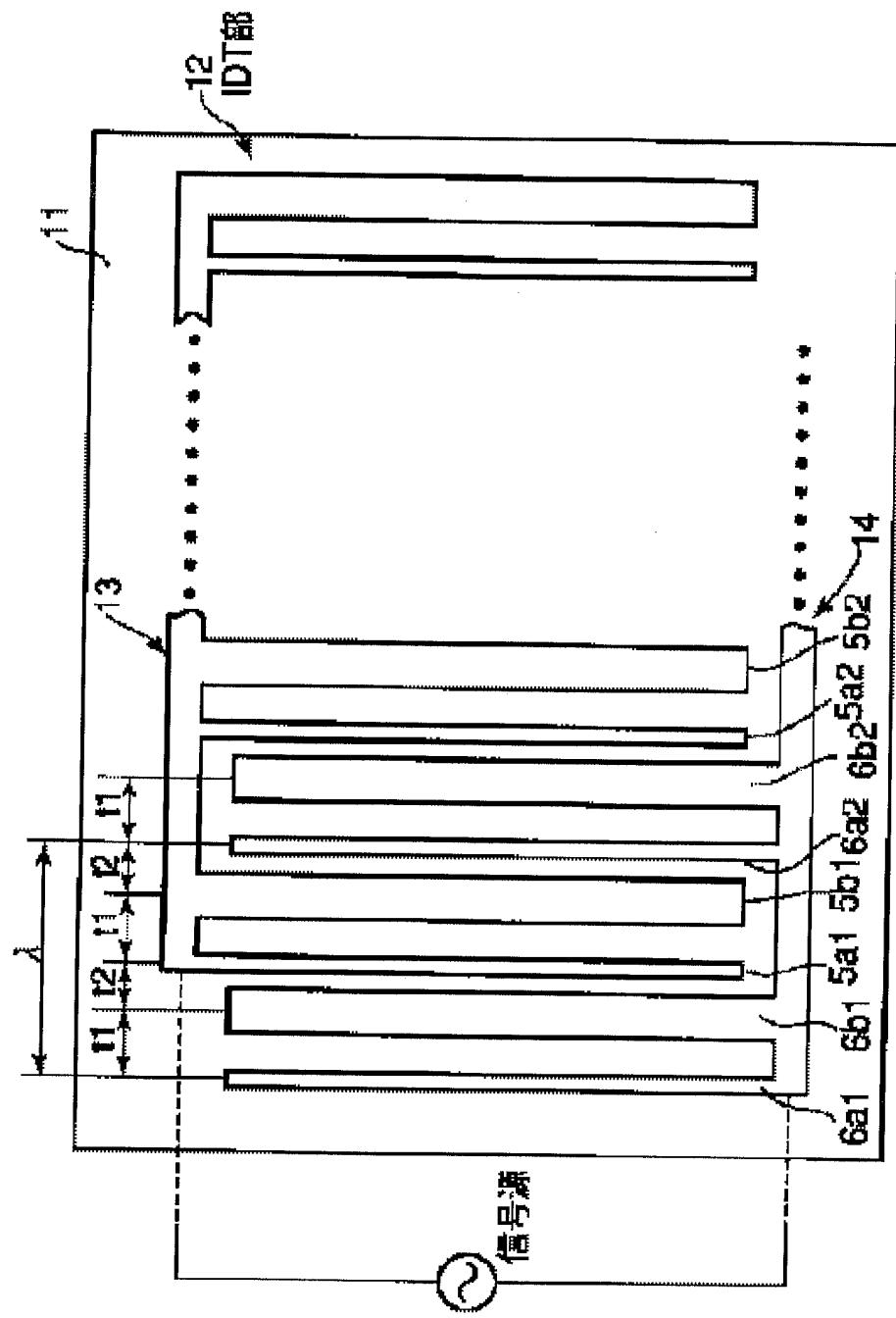
(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE**(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device of which the transmission function characteristics in a signal passing band is more satisfactory and the insertion loss is reduced as well.

SOLUTION: Electrode fingers of plural pairs comprise first split electrode groups 5a1, 5b1, 5a2, 5b2, 5a3, 5b3, etc. Besides, the electrode fingers of plural pairs comprise second split electrode groups 6a1, 6b1, 6a2, 6b2, 6a3, 6b3, etc. Concerning the electrode fingers of plural pairs in the mutual groups, the pairs are alternately interleaved. Then, the electrode fingers of a pair include an electrode finger narrower than width $\lambda/8$ (λ is the wavelength of a surface acoustic wave being an operation center frequency) and an electrode finger wider than $\lambda/8$ and a distance between the centers of the adjacent electrode fingers is different.

from $\lambda/4$.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電性基板上に平行となるように形成された第1及び第2の共通電極と、前記第1の共通電極に接続され、前記第2の共通電極方向へ伸びた第1のスプリット電極グループと、前記第2の共通電極に接続され、前記第1の共通電極方向へ伸びた第2のスプリット電極グループと、を有するインターデジタルトランスジーサを具備した弾性表面波装置において、

前記第1のスプリット電極グループを構成する複数のペアの電極指と、前記第2のスプリット電極グループを構成する複数のペアの電極指とは、ペア同士が $\lambda/2$ 周期で交互にインターリープされており、

前記ペアの電極指は、 $\lambda/8$ （但し、 λ は動作中心周波数となる弾性表面波の波長）の幅より幅狭い電極指と、 $\lambda/8$ より幅広い電極指とからなり、

前記インターデジタルトランスジーサにより励振される励振波の位相に対し、任意の励振源から表面波伝搬方向に沿って $\lambda/2$ 以内の距離に含まれる電極指により生じる反射波の合成ベクトルの位相が $n\pi - 5^\circ \leq \phi \leq n\pi + 5^\circ$ （nは自然数）で表される位相 ϕ を有することを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項2】 任意の電極指とこの電極指を挟んで配置された一方の電極指との中心間距離（t1）と他方の電極指との中心間距離（t2）とが異なることを特徴とする請求項1記載の弾性表面波装置。

【請求項3】 前記ペアの電極指は、 $\lambda/16$ の幅をもつ幅狭い電極指と、 $0.1465\lambda \leq w \leq 0.1605\lambda$ の幅wを持つ幅広い電極指とで構成されることを特徴とする請求項1記載の弾性表面波装置。

【請求項4】 前記電極指の配列は、前記幅狭い電極指と、幅広い電極指が交互に配列された状態にあり、電極指の幅の中心間の距離に関しては、異なる距離t1、t2が交互になり、t1は、基準値（ $\lambda/4$ ）に対して正の偏差を持ち、t2は、基準値（ $\lambda/4$ ）に対して負の偏差を持つことを特徴とする請求項2記載の弾性表面波装置。

【請求項5】 前記ペアの電極指の幅の総和が、 $\lambda/4$ であることを特徴とする請求項2記載の弾性表面波装置。

【請求項6】 前記ペアの電極指のうち、一方の電極指の幅が $\lambda/16$ 、他方の電極指の幅が $3\lambda/16$ であることを特徴とする請求項5記載の弾性表面波装置。

【請求項7】 前記ペアの電極指を構成する一方の電極指の幅をw、他方の電極指の幅を（ $\lambda/4$ ）-wとし、これら2本の電極指の中心間距離をx1とすると、

$$\tan(k(x_1 - (\lambda/8))) = 1 / (\cos(k((3\lambda/4) + 2w)))$$

（但しkは、波数でありk=2π/λを示す）をほぼ満足するよう、x1が選択されていることを特徴とする請求項5記載の弾性表面波装置。

【請求項8】 前記ペアの電極指のうち、一方の電極指の幅が $\lambda/16$ 、他方の電極指の幅が $3\lambda/16$ であり、これら2本の電極指の中心間距離x2は、

$$\tan(k(x_2 - \lambda/8)) = \sqrt{2}$$

をほぼ満足するように選定されていることを特徴とする請求項5記載の弾性表面波装置。

【請求項9】 圧電性基板上に平行に形成された第1及び第2の共通電極と、

前記第1の共通電極に接続され、前記第2の共通電極方向へ伸びた第1のスプリット電極グループと、前記第2の共通電極に接続され、前記第1の共通電極方向へ伸びた第2のスプリット電極グループと、を有するインターデジタルトランスジーサを具備した弾性表面波装置において、

前記第1のスプリット電極グループを構成する複数のペアの電極指と、前記第2のスプリット電極グループを構成する複数のペアの電極指とは、ペア同士が交互にインターリープされており、

前記ペアの電極指は、 $\lambda/8$ （但し、 λ は、動作中心周波数となる弾性表面波の波長）の幅より幅狭い電極指と、 $\lambda/8$ より幅広い電極指とを含み、

前記幅狭い電極指と幅広い電極指の幅の和は、 $\lambda/4$ より小さく、

前記幅狭い電極指と幅広い電極指の幅及びこの2つの電極指の隣接するエッジ間の距離の和は、 $3\lambda/8$ であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項10】 前記幅狭い電極指の幅が、 $\lambda/16$ であることを特徴とする請求項9記載の弾性表面波装置。

【請求項11】 前記ペアの電極指を構成する一方の電極指の幅をw1、他方の電極指の幅w2としたとき、

$$\cos(k \cdot 2w2) + \sin(k \cdot 2w2) = 2 - \cos(k \cdot 2w1) - \sin(k \cdot 2w1)$$

（但しkは、波数k=2π/λを示す）をほぼ満足するように、前記w1、w2が選択されたことを特徴とする請求項9記載の弾性表面波装置。

【請求項12】 前記ペアの電極指を構成する一方の電極指の幅を $\lambda/16$ 、他方の電極指の幅を 0.1535λ としたことを特徴とする請求項10記載の弾性表面波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、圧電性基板上に形成されたインターデジタルトランスジーサを有する弾性表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 弹性表面波装置は、電子機器の主に中間周波数フィルタとして利用されている。電子機器としては、テレビジョン受信機、通信機器、携帯電話機（CDMA方式等）がある。弾性表面波装置は、小型で軽量であるという特徴があり、携帯電話器に採用されてその特

徴を活かすことができる。

【0003】ところで携帯電話機に採用される中間周波数フィルタには、低損失、狭帯域そして急峻なカットオフをもつ周波数特性が要求される。この種の中間周波数フィルタを実現するフィルタとして、インターデジタルトランスジューサ(IDT)を基本構成とした弾性表面波装置が開発されている。

【0004】この弾性表面波装置では、狭帯域、急峻なカットオフをもつ周波数特性の要求を満たすために、水晶などによる温度変化による振動特性変動が少ない材料を利用した圧電基板が用いられる。

【0005】弾性表面波装置では、弾性表面波(SAW)という機械的な振動を利用するところから、内部反射波(音響的反射波、電気的反射波)が生じることが知られている。内部反射波は、弾性表面波の基本波に対して、振幅の減衰、位相歪などの悪影響を与えることになる。そこで、反射波が基本波に与える影響を軽減し、基本波の伝達方向が所定の方向となるように、弾性表面波装置のIDT部において電極指の幅を調整、或はトリミングする技術が開発されている。この技術は例えば特開昭54-17647号公報に示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の装置では内部反射波が基本波に対して与える悪影響を完全に無くしたものではない。この悪影響は、弾性表面波装置の信号通過帯域の伝達機能特性を見た場合、その特性カーブが基本周波数を中心として非対称となって現れたり、また歪をもって現れる。

【0007】ここで、弾性表面波装置において、本発明者が特に着目した励振波と反射波との位相関係について説明する。

【0008】図1(A)と図1(C)は、弾性表面波装置の要部の断面図を示している。この弾性表面波装置の電極指は、 $\lambda/16$ の幅狭い電極指と、 $3\lambda/16$ の幅広い電極指とがペアとなっている。そして第1の共通電極から突出した複数のペアの電極指と、第2の共通電極から突出した複数のペアの電極指とが、交互に配列されている。またそれぞれの電極指間は、 $\lambda/8$ に選定されている。

【0009】図1(B)は、励振波と、図中左方向に進む内部反射波との位相関係を示し、図1(D)は、励振波と、図中右方向に進む内部反射波との関係を示している。今、図では、励振波の位相を基本とする、そして、この励振波のベクトルの位相から時計回りの方向が反射波の位相遅延量であるものとする。

【0010】まず図1(A)と図1(B)を参照して、図中左側に進む反射波と励振波との関係を説明する。

【0011】任意の弾性表面波励振点P1を基準とし、この励振点に最も近接している幅($\lambda/16$)の電極指の一方のエッジEAから反射された反射波をA、同じくこの

電極指の他方のエッジEBから反射された反射波をBとする。また、励振点を基準とし、電極指を通過し、これに隣接する幅($3\lambda/16$)の電極指の一方のエッジECから反射された反射波をC、同じ電極指の他方のエッジEDから反射された反射波をDとする。

【0012】反射波Aの位相は、励振点での励振波の位相に対して、 0.125λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 45° の位相遅延が生じる。即ち、遅延量=Xとすると、

$$\{(0.125/2) \times 2\} \lambda : X = \lambda : 360^\circ$$

から $X = 45^\circ$ が得られる。

【0013】この式において $(\times 2)$ は往復行路長を得るための係数である。

【0014】また反射波Bの位相は、励振点P1での励振波の位相に対して、 $(0.125 + (1/8))\lambda$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEBでの位相反転($(1/2)\lambda$)が生じるために、励振波の位相に対して 270° の位相遅延が生じる。即ち遅延量=Xとすると、

$$\{((0.125/2) \times 2) + ((1/16) \times 2) + (1/2)\} \lambda : X = \lambda : 360^\circ$$

から

$$X = 360 \times (0.125 + (1/8) + (1/2)) = 270^\circ$$

が得られる。

【0015】上記の式において $(\times 2)$ は往復行路長を得るための係数であり、 $(1/2)$ は、エッジEBでの位相反転分である。

【0016】また反射波Cの位相は、励振点P1での励振波の位相に対して、 $(0.125 + (1/8) + (1/4))\lambda$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 180° の位相遅延が生じる。即ち遅延量=Xとすると、

$$\{((0.125/2) \times 2) + ((1/16) \times 2) + ((1/8) \times 2)\} \lambda : X = \lambda : 360^\circ$$

から

$$X = 360 \times (0.125 + (1/8) + (1/4)) = 180^\circ$$

が得られる。

【0017】上記の式において $(\times 2)$ は往復行路長を得るための係数である。

【0018】また反射波Dの位相は、励振点P1での励振波の位相に対して、 $(0.125 + (1/8) + (1/4) + (3/8))\lambda$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEDでの位相反転が生じるために、励振波の位相に対して 135° の位相遅延が生じる。即ち、遅延量=Xとすると、

$$\{((0.125/2) \times 2) + ((1/16) \times 2) + ((1/8) \times 2) + (3/16) \times 2 + (1/2)\} \lambda : X = \lambda : 360^\circ$$

から

$$X = 360 \times ((1/8) + (1/8) + (1/4) + (3/8) + (1/2)) = 495^\circ = 135^\circ$$

が得られる。

【0019】上記の式において($\times 2$)は往復行路長を得るための係数であり、(1/2)は、エッジEDでの位相反転分である。

【0020】上記の反射波A, B, C, Dのベクトルを合成した結果が、励振波に対する内部反射波の位相遅延量となる。図1(B)に示すように、内部反射波A, B, C, Dのベクトルの合成ベクトルの位相は、157.5°となる。この値は、励振波を打ち消す方向の位相(180°)から22.5°ずれることになる。

【0021】合成ベクトルは、反射波A, B, C, Dのベクトルの直交座標系のx成分とy成分とを合成した結果得られるものである。

【0022】次に、図1(C)、図1(D)を参照して、図中右側に進む反射波と励振波との関係を説明する。

【0023】任意の弾性表面波励振点P2を基準とし、この励振点に最も近接している幅($3\lambda/16$)の電極指の一方のエッジEEから反射された反射波をE、同じくこの電極指の他方のエッジEFから反射された反射波をFとする。また、励振点を基準とし、電極指を通過し、これに隣接する幅($\lambda/16$)の電極指の一方のエッジEGから反射された反射波をG、同じくこの電極指の他方のエッジEHから反射された反射波をHとする。

【0024】反射波Eの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、0.125λの行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して45°の位相遅延が生じる。

【0025】また反射波Fの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、(0.125 + (3/8))λの行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEFでの位相反転が生じるために、励振波の位相に対して0°の位相遅延が生じる。

【0026】また反射波Gの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、(0.125 + (3/8) + 0.25)λの行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して270°の位相遅延が生じる。

【0027】また反射波Hの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、(0.125 + (3/8) + 0.25 + (1/8))λの行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEHでの位相反転が生じるために、励振波の位相に対して190°の位相遅延が生じる。

【0028】上記した各位相遅延は、図1(A), 図1(B)の説明のときに示した式と同様な考え方の式で導きだすことができる。

【0029】上記の反射波E, F, G, Hのベクトルを合成した結果が、励振波に対する内部反射波の位相遅延量

となる。図1(D)に示すように、内部反射波E, F, G, Hのベクトルの合成ベクトルの位相は、22.5°となる。この位相は、励振波と同じ方向の位相(0°)から、22.5°ずれていことになる。

【0030】上記の結果により、反射波の影響により、励振波(基本波)が所望の方向へ伝搬する効率が十分に得られていないことが分かる。

【0031】そこで、この発明は、信号通過帯域における伝達機能特性が一層良好な特性を示し、また挿入損失も少ない弾性表面波装置を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の目的を達成するために、

(A) 圧電性基板上に平行となるように形成された第1及び第2の共通電極と、前記第1の共通電極に接続され、前記第2の共通電極方向へ伸びた第1のスプリット電極グループと、前記第2の共通電極に接続され、前記第1の共通電極方向へ伸びた第2のスプリット電極グループと、を有するインターデジタルトランジスタを具備した弾性表面波装置において、前記第1のスプリット電極グループを構成する複数のペアの電極指と、前記第2のスプリット電極グループを構成する複数のペアの電極指とは、ペア同士が $\lambda/2$ 周期で交互にインターリープされており、前記ペアの電極指は、 $\lambda/8$ (但し、 λ は動作中心周波数となる弾性表面波の波長)の幅より幅狭い電極指と、 $\lambda/8$ より幅広い電極指とからなり、前記インターデジタルトランジスタにより励振される励振波の位相に対し、任意の励振源から表面波伝搬方向に沿って $\lambda/2$ 以内の距離に含まれる電極指により生じる反射波の合成ベクトルの位相が $n\pi - 5^\circ \leq \phi \leq n\pi + 5^\circ$ (nは自然数)で表される位相 ϕ を有する構成としたものである。

【0033】(B) また、この発明では、上記の(A)の装置において、任意の電極指とこの電極指を挟んで配置された一方の電極指との中心間距離(t1)と他方の電極指との中心間距離(t2)とが異なるように構成している。

【0034】(C) さらにまたこの発明では、上記(A)の装置において、前記ペアの電極指は、 $\lambda/16$ の幅をもつ幅狭い電極指と、 $0.1465\lambda \leq w \leq 0.1605\lambda$ の幅wを持つ幅広い電極指とで構成されることを特徴とする。

【0035】(D) さらにまたこの発明は、弾性表面波装置において、前記第1のスプリット電極グループを構成する複数のペアの電極指と、前記第2のスプリット電極グループを構成する複数のペアの電極指とは、ペア同士が交互にインターリープされており、前記ペアの電極指は、 $\lambda/8$ (但し、 λ は、動作中心周波数となる弾性表面波の波長)の幅より幅狭い電極指と、 $\lambda/8$ より幅広い電極指とを含み、前記幅狭い電極指と幅広い電極指

の幅の和は、 $\lambda/4$ より小さく、前記幅狭い電極指と幅広い電極指の幅及びこの2つの電極指の隣接するエッジ間の距離の和は、 $3\lambda/8$ であることを特徴とするものである。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0037】図2において、11は水晶を材質とした圧電性基板であり、インターデジタルトランジスタ部12がその一方の面に形成されている。

【0038】インターデジタルトランジスタ部12では、第1の共通電極13と第2の共通電極14とは間隔をおいて並列に配置されている。第1の共通電極13には、第2の共通電極14方向へ伸びた第1のスプリット電極グループ（電極指5a1, 5b1, 5a2, 5b2, 5a3, 5b3, …）が接続されている。また第2の共通電極14には、第1の共通電極13方向へ伸びた第2のスプリット電極グループ（電極指6a1, 6b1, 6a2, 6b2, 6a3, 6b3, …）が接続されている。

【0039】第1のスプリット電極グループは、幅の狭い電極指（サフィックスaがついている電極指）と幅の広い電極指（サフィックスbがついている電極指）とがペアとなり、このペアが間隔をおいて繰り返し配列されている。また第2のスプリット電極グループも、幅の狭い電極指（サフィックスaがついている電極指）と幅の広い電極指（サフィックスbがついている電極）とがペアとなり、このペアが間隔をおいて繰り返し配列されている。

【0040】そして、第1のスプリット電極グループを構成するペアの電極指（5a1, 5b1), (5a2, 5b2), (5a3, 5b3), …と、前記第2のスプリット電極グループを構成するペアの電極指（6a1, 6b1), (6a2, 6b2), (6a3, 6b3), …とが交互にインターリープされている。全体としては、幅の広い電極指と幅の狭い電極指とが交互に配列される。

【0041】上記の共通電極13, 14及びスプリット電極グループは、アルミニウム(AI)又はアルミニウム(AI)合金を主体とする電極膜により構成されている。

【0042】さらにこの実施例では、ペアの電極指は、 $\lambda/8$ （但し、 λ は、動作中心周波数となる弾性表面波の波長）の幅より幅狭い電極指5b1, 5b2, 5b3, …, 6a1, 6a2, 6a3, …と、 $\lambda/8$ より幅広いか等しい電極指5a1, 5a2, 5a3, …, 6b1, 6b2, 6b3, …とで構成される。さらにまた、この実施例では、幅の狭い電極指の幅が $\lambda/16$ であり、幅の広い電極指の幅が $3\lambda/16$ である。

【0043】また隣接する電極指の中心間の距離 t_1 , t_2 , t_1 , t_2 , …は、 $\lambda/4$ （ここではこの値を基準値とする）と異なる距離である。中心間の距離 t_1

10

は、基準値に対して正の偏差（基準値よりも大きい）を持ち、中心間の距離 t_2 は、基準値に対して負の偏差（基準値よりも小さい）を持つ。そしてこの距離 t_1 , t_2 が繰り返し配列される。

【0044】つまり、隣接する電極指の中心間の距離が、基準値 $\lambda/4$ に対して、交互に正負の偏差を以って配列される。この偏差によって、IDT内の反射波は、励振波にたいする位相遅延量が調整される。そして、この調整は、後述するように、内部反射波の進行方向を、弾性表面波の基本波の進行方向に最もあった方向に設定することができる。

【0045】この実施例では、

$$t_1 = ((0.152 + (1/8)) \lambda)$$

$$t_2 = ((0.098 + (1/8)) \lambda)$$

であり、 $t_1 + t_2 = \lambda/2$ である。なおこれらの式において、0.152 λ 及び0.098 λ は、電極指の対向するエッジ間の距離、 $\lambda/8$ は、隣接する電極指の（1/2）幅の合計である。したがって、任意の1つの電極指を挟む両側の電極指の中心間の距離は、 $\lambda/2$ である。

【0046】上記の電極指の中心間の距離 t_1 , t_2 は、発明者らの検討の結果、弾性表面波の基本波の一方向性が最も優れた状態で発揮できる値として見出されたものである。上記の t_1 , t_2 の値を決めるときの考え方を、一般化した式で示すと以下のようになる。

【0047】ペアの電極指のうち、一方の電極指の幅をw、他方の電極指の幅を $((\lambda/4) - w)$ とし、これら2本の電極指の中心間距離を x_1 とすると、

$$\tan \{k(x_1 - (\lambda/8))\} = 1/\cos \{k((3\lambda/4) + 2w)\}$$

（但し k は、波数であり $k=2\pi/\lambda$ を示す）をほぼ満足するように、 x_1 が選択される。この状態のとき、弾性表面波の基本波の一方向性が最も優れた状態となる。

【0048】上記の条件を一方の電極指の幅が $\lambda/16$ 、他方の電極指の幅が $3\lambda/16$ の場合に当てはめると、2本の電極指の中心間の距離 x_2 が

$$\tan \{k(x_2 - \lambda/8)\} = \sqrt{2}$$

をほぼ満足するように構成すればよい。

【0049】図3(A)乃至図3(D)を参照して、本実施例の弾性表面波装置の内部反射波と、励振波（基本波）との位相関係を説明する。

【0050】図3(A)と図3(C)は、図2の弾性表面波装置の要部の断面図を示し、図3(B)は、励振波と、図中左方向に進む内部反射波との位相関係を示し、図3(D)は、励振波と、図中右方向に進む内部反射波との関係を示している。また図では、励振波の位相を基本とする、そして、この励振波のベクトルの位相から時計回りの方向が反射波の位相遅延量であるとする。

【0051】まず図3(A)と図3(B)を参照して、図中左側に進む反射波と励振波との関係を説明する。

【0052】任意の弾性表面波励振点P1を基準とし、この励振点に最も近接している幅 ($\lambda/16$) の電極指の一方のエッジEAから反射された反射波をA、同じくこの電極指の他方のエッジEBから反射された反射波をBとする。また、励振点を基準とし、電極指を通過し、これに隣接する幅 ($3\lambda/16$) の電極指の一方のエッジECから反射された反射波をC、同じくこの電極指の他方のエッジEDから反射された反射波をDとする。

【0053】反射波Aの位相は、励振点での励振波の位相に対して、 0.098λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 35.28° の位相遅延が生じる。即ち、遅延量 = X とすると、

$$\{ (0.098/2) \times 2 \} \lambda : X = \lambda : 360^\circ \\ \text{から } X = 35.28^\circ \text{ が得られる。}$$

【0054】この式において ($\times 2$) は往復行路長を得るための係数である。

【0055】また反射波Bの位相は、励振点P1での励振波の位相に対して、 $(0.098 + 1/8)$ λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEBでの位相反転 ($(1/2)\lambda$) が生じるために、励振波の位相に対して 260.28° の位相遅延が生じる。即ち遅延量 = X とすると、

$$\{ (0.098/2) \times 2 \} + \{ (1/16) \times 2 \} + \{ (1/2) \} \lambda : X = \lambda : 360^\circ \\ \text{から }$$

$$X = 360 \times (0.098 + 1/8) + (1/2) \\ = 260.28^\circ$$

が得られる。

【0056】上記の式において ($\times 2$) は往復行路長を得るための係数であり、($1/2$) は、エッジEBでの位相反転分である。

【0057】また反射波Cの位相は、励振点P1での励振波の位相に対して、 $(0.098 + 1/8) + 0.304$ λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 189.72° の位相遅延が生じる。即ち遅延量 = X とすると、

$$\{ (0.098/2) \times 2 \} + \{ (1/16) \times 2 \} + \{ (0.152 \times 2) \} \lambda : X = \lambda : 360^\circ \\ \text{から }$$

$$X = 360 \times (0.098 + 1/8) + 0.304 \\ = 189.72^\circ$$

が得られる。

【0058】上記の式において ($\times 2$) は往復行路長を得るための係数である。

【0059】また反射波Dの位相は、励振点P1での励振波の位相に対して、 $(0.098 + 1/8) + 3/8$ λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEDでの位相反転が生じるために、励振波の位相に対して 144.72° の位相遅延が生じる。即ち、遅延量 = X とすると、

$$\{ (0.098/2) \times 2 \} + \{ (1/16) \times 2 \} + \{ (0.152 \times 2) \} + \{ (3/16) \times 2 \} + \{ (1/2) \} \lambda : X = \lambda : 360^\circ \\ \text{から }$$

$$X = 360 \times (0.098 + 1/8) + 0.304 + (3/8) + (1/2) \\ = 504.72^\circ = 144.72^\circ$$

が得られる。

【0060】上記の式において ($\times 2$) は往復行路長を得るための係数であり、($1/2$) は、エッジEDでの位相反転分である。

【0061】上記の反射波A, B, C, Dのベクトルを合成した結果が、励振波に対する内部反射波の位相遅延量となる。図3 (B) に示すように、内部反射波A, B, C, Dのベクトルの合成ベクトルの位相は、 179.97° となり、励振波の位相に対してほぼ逆相の関係となる。

【0062】合成ベクトルは、反射波A, B, C, Dのベクトルの直交座標系の x 成分と y 成分とを合成した結果得られるものである。

【0063】次に、図3 (C)、図3 (D) を参照して、図中右側に進む反射波と励振波との関係を説明する。

【0064】任意の弾性表面波励振点P2を基準とし、この励振点に最も近接している幅 ($3\lambda/16$) の電極指の一方のエッジEEから反射された反射波をE、同じくこの電極指の他方のエッジEFから反射された反射波をFとする。また、励振点を基準とし、電極指を通過し、これに隣接する幅 ($\lambda/16$) の電極指の一方のエッジEGから反射された反射波をG、同じくこの電極指の他方のエッジEHから反射された反射波をHとする。

【0065】反射波Eの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、 0.098λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 35.28° の位相遅延が生じる。

【0066】また反射波Fの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、 $(0.098 + 3/8)\lambda$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEFでの位相反転が生じるために、励振波の位相に対して 350.28° の位相遅延が生じる。

【0067】また反射波Gの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、 $(0.098 + 3/8) + 0.304$ λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 279.72° の位相遅延が生じる。

【0068】また反射波Hの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、 $(0.098 + 3/8) + 0.304 + (1/8)\lambda$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEHでの位相反転が生じるために、励振波の位相に対して 144.72° の位相遅延が生じる。

【0069】上記した各位相遅延は、図3 (A), 図3

(B) の説明のときに示した式と同様な考え方の式で導きだすことができる。

【0070】上記の反射波E, F, G, Hのベクトルを合成した結果が、励振波に対する内部反射波の位相遅延量となる。図3 (D) に示すように、内部反射波E, F, G, Hのベクトルの合成ベクトルは、 $+0.03^\circ$ となり、励振波の位相に対してほぼ同相の関係となる。

【0071】上記の発明は、 $\lambda/8$ より幅の狭い電極指と、 $\lambda/8$ より幅の広い電極指とがペアになったペア電極指を、共通電極13、14のそれぞれに複数グループ設けている。ここで、共通電極13に設けられたペア電極指の複数グループを第1のグループ、共通電極14に設けられたペア電極指の複数グループを第2のグループとする。そして、第1のグループと第2のグループの複数のペア電極が互いにインターリープされている。

【0072】この結果、全体では、 $\lambda/8$ より幅の狭い電極指と、 $\lambda/8$ より幅の広い電極指とが交互に配列される。ここで、上記の発明では、 $\lambda/16$ の幅の電極指と $3\lambda/16$ の幅の電極指をペア電極指としている。そしてペア電極指の間隔を選定することにより、図3 (B)、図3 (D) に示すベクトル特性を得ている。

【0073】この図3 (B)、図3 (D) のベクトル特性から分かるように、上記の実施例では、弹性表面波の理想伝搬方向に対して合成ベクトルの方向は $n\pi \pm 0.03^\circ$ の範囲である。ここにnは自然数で、励振波と反射波が同相の場合は、nが偶数(0を含む)、逆相の場合はnが奇数である。

【0074】しかしこの発明は、上記の数値に限定されるものではない。

【0075】上記の実施例では、 $\lambda/16$ の幅の電極指と $3\lambda/16$ の幅の電極指のペア電極のうち、一方の電極指の位置を選択(例えば $3\lambda/16$ の幅の電極指をシフト)し、電極間隔の 0.098λ と、 0.152λ を最終的に選択した例である。この結果、弹性表面波の理想伝搬方向に対して、反射波の合成ベクトルの方向は $\pm 0.03^\circ$ の範囲となった。

【0076】しかし、弹性表面波の理想伝搬方向に対して、反射波の合成ベクトルの方向は $\pm 5^\circ$ の範囲でも十分な効果を得ることができる。

【0077】この場合には、 $\lambda/16$ の幅の電極指と $3\lambda/16$ の幅の電極指のペア電極のうち、一方の電極指の位置をシフトし、電極間隔を、 $0.152\lambda \pm 0.007\lambda$ と、 $0.098\lambda -/+ 0.007\lambda$ の範囲で選択すればよい。

【0078】なお、上記の符号 $-/+$ はマイナスプラスの意味であり、先の±に対して複合同順で示している。

【0079】図4 (A) は、上記の弹性表面波装置を外部回路とマッチングさせ、伝達特性及び群遅延特性を測定した結果を示している。この特性図からわかるように、伝達特性及び群遅延特性ともに基本周波数 f_0 を中心としてほぼ対称となる特性を有している。

【0080】図4 (B) は、本発明を適用して構成した弹性表面波装置を外部回路とマッチングさせた状態を示している。弹性表面波装置FAの全体は、実際には、図2に示した弹性表面波を生成するトランジスタと、伝搬してきた弹性表面波を受けて振動を電気変換するトランジスタとから構成される。

【0081】外部マッチング回路は、弹性表面波装置の入力側と出力側に接続された素子により構成されている。入力側においては、信号入力端子とグランド接続端子間に接続されたインダクタL12、信号入力端子に一方が接続されたキャパシタC11が存在する。また、出力側においては、信号出力端子とグランド接続端子間に接続されたインダクタL22、信号出力端子に一方が接続されたキャパシタC21が存在する。この例では、LとCで構成した整合回路を用いているが、他の手段として弹性表面波装置のインピーダンスを調整して整合をとっても構わない。

【0082】なお上記の実施例では、弹性表面波の基本波の伝達方向性として最良の方向性が得られるように、厳密に電極指の中心間の距離 t_1 、 t_2 を求めた。しかし、本発明は、この考え方には限定されるものではない。即ち、弹性表面波装置に要求される特性に応じて t_1 、 t_2 の偏差値を増減してもよいことは勿論である。

【0083】また上記の実施例では、図中 $\lambda/16$ の幅の電極指とその左側の電極指との間隔を狭くし、図中 $\lambda/16$ の幅の電極指とその右側の電極指との間隔を広くしている。しかしこれに限定されるものではなく、伝搬特性が上記の圧電性基板とは異なる圧電性基板を利用した場合は、上記の間隔の狭い間隔と、広い間隔の配置関係が上記実施例とは逆になる場合がある。

【0084】この発明は上記の実施の形態に限定されるものではない。

【0085】図5はこの発明の他の実施の形態を示す。

【0086】11は水晶を材質とした圧電性基板であり、インターデジタルトランジスタ部12がその一方の面に形成されている。

【0087】インターデジタルトランジスタ部12では、第1の共通電極23と第2の共通電極24とは間隔をおいて並列に配置されている。第1の共通電極23には、第2の共通電極24方向へ伸びた第1のスプリット電極グループ(電極指3a1, 3b1, 3a2, 3b2, 3a3, 3b3, ...)が接続されている。3a3, 3b3, ...は図示せず。また第2の共通電極14には、第1の共通電極13方向へ伸びた第2のスプリット電極グループ(電極指4a1, 4b1, 4a2, 4b2, 4a3, 4b3, ...)が接続されている。4a2, 4b2, 4a3, 4b3, ...は図示せず。

【0088】第1のスプリット電極グループは、幅の狭い電極指(サフィックスaがついている電極指)と幅の

広い電極指（サフィックス b がついている電極指）とがペアとなり、このペアが間隔をおいて繰り返し配列されている。この繰り返し周期は λ である。また第2のスプリット電極グループも、幅の広い電極指（サフィックス a がついている電極指）と幅の広い電極指（サフィックス b がついている電極）とがペアとなり、このペアが間隔をおいて繰り返し配列されている。この繰り返し周期は λ である。

【0089】そして、第1のスプリット電極グループを構成するペアの電極指（3 a 1, 3 b 1), (3 a 2, 5 b 2), (3 a 3, 3 b 3), …と、前記第2のスプリット電極グループを構成するペアの電極指（4 a 1, 4 b 1), (4 a 2, 4 b 2), (4 a 3, 4 b 3), …とが交互にインターリープされている。全体としては、幅の広い電極指と幅の狭い電極指とが交互に配列される。

【0090】上記の共通電極 13, 14 及びスプリット電極グループは、アルミニウム (Al) 又はアルミニウム (Al) 合金を主体とする電極膜により構成されている。

【0091】さらにこの実施例では、ペアの電極指は、 $\lambda/8$ (但し、 λ は、動作中心周波数となる弾性表面波の波長) の幅より幅狭い電極指 3 b 1, 3 b 2, 3 b 3, …、4 a 1, 4 a 2, 4 a 3, …と、 $\lambda/8$ より幅広い電極指 3 a 1, 3 a 2, 3 a 3, …、4 b 1, 4 b 2, 4 b 3, …とで構成される。

【0092】さらにまた、この実施例では、幅の狭い電極指の幅 W1 が $\lambda/16$ であり、幅の狭い電極指の幅 W2 が、 0.1535λ である。

【0093】この実施例において、この電極指の幅の値は、基準値 ($\lambda/8$) より幅の狭い電極指の幅を W1、基準値 ($\lambda/8$) より幅の広い電極指の幅を W2 としたとき、

$$\cos(k \cdot 2W2) + \sin(k \cdot 2W2) = 2 - \cos(k \cdot 2W1) - \sin(k \cdot 2W1)$$

(但し k は、波数 $k = 2\pi/\lambda$ を示す) をほぼ満足するように選択される。発明者らは、検討の結果、この式が満足されるときに弾性表面波の基本波が最も良好な一方向性を示す、ことを見出したものである。

【0094】先の実施例では、ペアの電極指の幅は、 $\lambda/16$ と $3\lambda/16$ に選択されて、IDT が設計された。

【0095】しかし、この実施例では、ペアの電極指の幅の和が $\lambda/4$ と異なる場合であり、上記の関係式に基づいて幅の広い方の電極指の幅が決定される。

【0096】図 6 (A) 乃至図 6 (D) を参照して、本実施例の弾性表面波装置の内部反射波と、励振波（基本波）との位相関係を説明する。

【0097】図 6 (A) と図 6 (C) は、図 5 の弾性表面波装置の要部の断面図を示し、図 6 (B) は、励振波と、図中左方向に進む内部反射波との位相関係を示し、

図 6 (D) は、励振波と、図中右方向に進む内部反射波との関係を示している。また図では、励振波の位相を基本とし、この励振波のベクトルから時計回りに反射波の位相遅延量を示している。

【0098】まず図 6 (A) と図 6 (B) を参照して、図中左側に進む反射波と励振波との関係を説明する。

【0099】任意の弾性表面波励振点 P1 を基準とし、この励振点に最も近接している幅 ($\lambda/16$) の電極指の一方のエッジ EA から反射された反射波を A、同じくこの電極指の他方のエッジ EB から反射された反射波を B とする。また、励振点を基準とし、電極指を通過し、これに隣接する幅 (0.1535λ) の電極指の一方のエッジ EC から反射された反射波を C、同じくこの電極指の他方のエッジ ED から反射された反射波を D とする。

【0100】反射波 A の位相は、励振点での励振波の位相に対して、 $(\lambda/16) \times 2$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 45° の位相遅延が生じる。

【0101】また反射波 B の位相は、励振点 P1 での励振波の位相に対して、 $(\lambda/16) \times 2 + (\lambda/16) \times 2$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジ EB での位相反転が生じるために、励振波の位相に対して 270° 、つまり (-90°) の位相遅延が生じる。

【0102】また反射波 C の位相は、励振点 P1 での励振波の位相に対して、 $(1/16) \times 2 + (1/16) \times 2 + 0.159 \times 2$ λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 204.48° の位相遅延が生じる。

【0103】また反射波 D の位相は、励振点 P1 での励振波の位相に対して、 $(1/8) + (1/8) + 0.318 + 0.307$ λ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジ ED での位相反転が生じるために、励振波の位相に対して 135° の位相遅延が生じる。

【0104】上記の反射波 A, B, C, D のベクトルを合成した結果が、励振波に対する内部反射波の位相遅延量となる。図 6 (B) に示すように、内部反射波 A, B, C, D のベクトルの合成ベクトルは、 179.99° となり、励振波の位相に対してほぼ逆相の関係となる。つまり、図中右方向に振動が伝搬することになる。

【0105】次に、図 6 (C)、図 6 (D) を参照して、図中右側に進む反射波と励振波との関係を説明する。

【0106】任意の弾性表面波励振点 P2 を基準とし、この励振点 P2 に最も近接している幅 ($3\lambda/16$) の電極指の一方のエッジ EE から反射された反射波を E、同じくこの電極指の他方のエッジ EF から反射された反射波を F とする。また、励振点 P2 を基準とし、電極指を通過し、これに隣接する幅 ($\lambda/16$) の電極指の一方のエッジ EG から反射された反射波を G、同じくこの電極指の他方のエッジ EH から反射された反射波を H とする。

【0107】反射波Eの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、 $(\lambda/16) \times 2$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 45° の位相遅延が生じる。

【0108】また反射波Fの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、 $((1/16) \times 2 + (0.1535 \times 2)) \lambda$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEFでの位相反転が生じるために、励振波の位相に対して 335.52° の位相遅延が生じる。

【0109】また反射波Gの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、 $((1/16) \times 2 + 0.1535 \times 2 + 0.159 \times 2) \lambda$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、励振波の位相に対して 270° の位相遅延が生じる。

【0110】また反射波Hの位相は、励振点P2での励振波の位相に対して、 $((1/16) \times 2 + 0.1535 \times 2 + 0.159 \times 2 + (1/16) \times 2) \lambda$ の行路長分の位相遅延要素が生じ、また、エッジEHでの位相反転が生じるために、励振波の位相に対して 135° の位相遅延が生じる。

【0111】上記の反射波E, F, G, Hのベクトルをベクトル合成した結果が、励振波に対する内部反射波の位相遅延量となる。図6(D)に示すように、内部反射波E, F, G, Hのベクトルの合成ベクトルは、 0.001° となり、励振波の位相に対してほぼ同相の関係となる。

【0112】この図6(B)、図6(D)のベクトル特性から分かるように、上記の実施例では、弾性表面波の理想伝搬方向(図では右方向)に対して合成ベクトルの方向は $\pm 0.001^\circ$ の範囲である。

【0113】しかしこの発明は、上記の数値に限定されるものではない。

【0114】上記の実施例では、ペアの電極指のうち $\lambda/16$ の幅の電極指を固定とし、幅の広い電極指の幅を 0.1535λ とし、これら電極指の間隔を 0.159λ に選択した。この結果、弾性表面波の理想伝搬方向に対して、反射波の合成ベクトルの方向は $\pm 0.001^\circ$ の範囲となつた。

【0115】しかし、弾性表面波の理想伝搬方向に対して、反射波の合成ベクトルの方向は $\pm 5^\circ$ の範囲でも十分な効果を得ることができる。

【0116】この場合には、 $\lambda/16$ の幅の電極指を固定とし、幅の広い電極指の幅を $(0.1535\lambda \pm 0.007\lambda)$ の範囲の値を選定すればよい。なお、ペアの電極指のそれぞれ外側の電極指のエッジの位置は固定である。

【0117】図7は、上記の弾性表面波装置を、先の実施例と同様に外部回路とマッチングさせ、伝達特性及び群遅延特性を測定した結果を示している。この特性図からわかるように、伝達特性及び群遅延特性ともに基本周波数 f_0 を中心としてほぼ対称となる特性を有している。

【0118】尚、上記各実施例においては、幅広い電極指と幅狭い電極指が交互に配列された構成を例示しているが、トランステューサの一部において、配列が異なってもよい(例えば幅広い電極同士が隣接する構成)。これにより励振波、反射波を要求特性に応じて重み付けすることができる。

【0119】

【発明の効果】以上説明したこの発明の弾性表面波装置によれば、信号通過帯域における伝達機能特性が一層良好な特性を示し、また挿入損失も少ない。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の発明者が着目した弾性表面波装置の動作及び特性を説明するために示した図。

【図2】この発明の弾性表面波装置の一実施の形態を示す説明図。

【図3】図2の弾性表面波装置の動作原理を説明するために示した図。

【図4】図2の弾性表面波装置の周波数特性を示す図。

【図5】この発明の弾性表面波装置の他の実施の形態を示す図。

【図6】図5の弾性表面波装置の動作原理を説明するために示した図。

【図7】図5の弾性表面波装置の周波数特性を示す図。

【符号の説明】

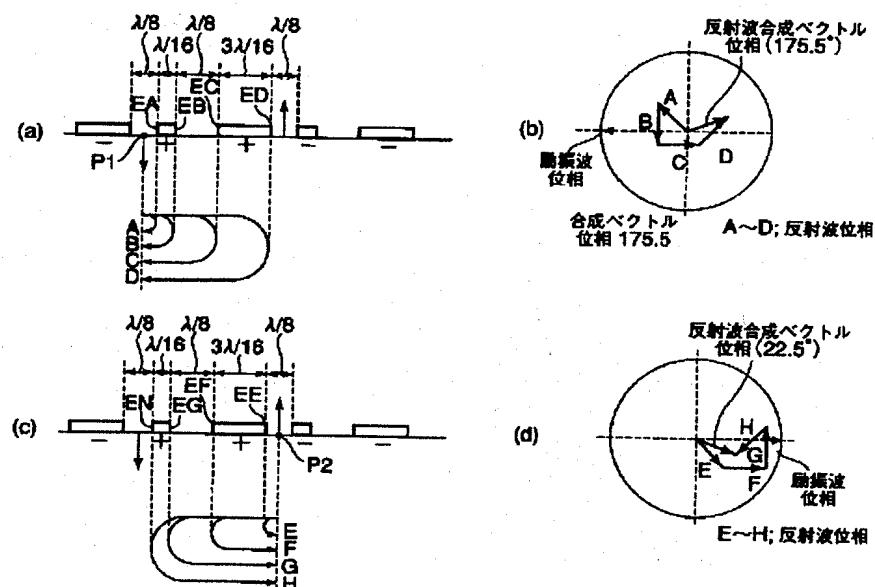
1 1 …圧電性基板、

1 2 …IDT部、

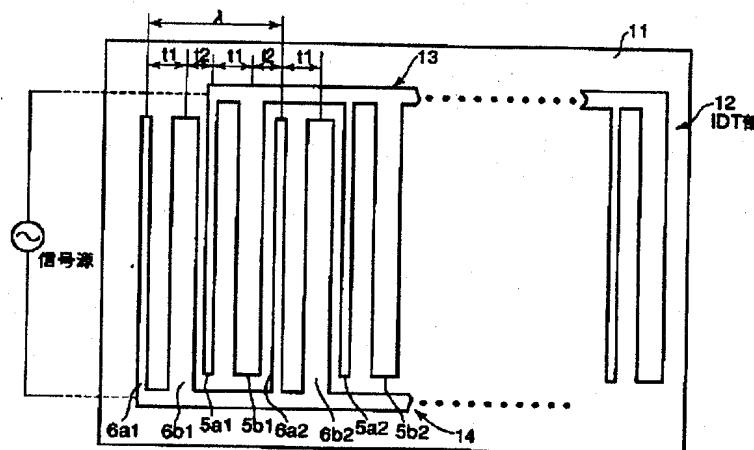
1 3, 1 4, 2 3, 2 4 …共通電極

5 a 1, 5 b 1, 5 a 2, 6 a 1, 6 b 1, 6 a 2, 6 b 2 …電極指。

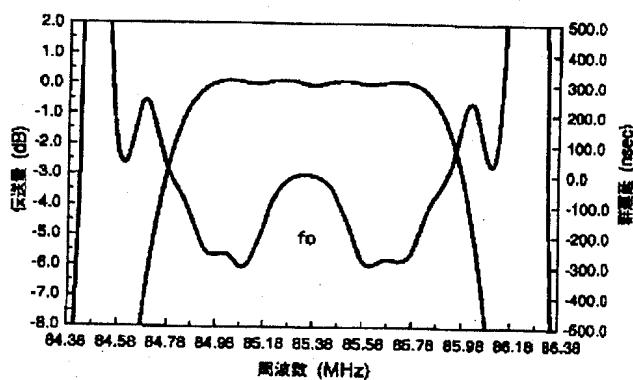
【図1】



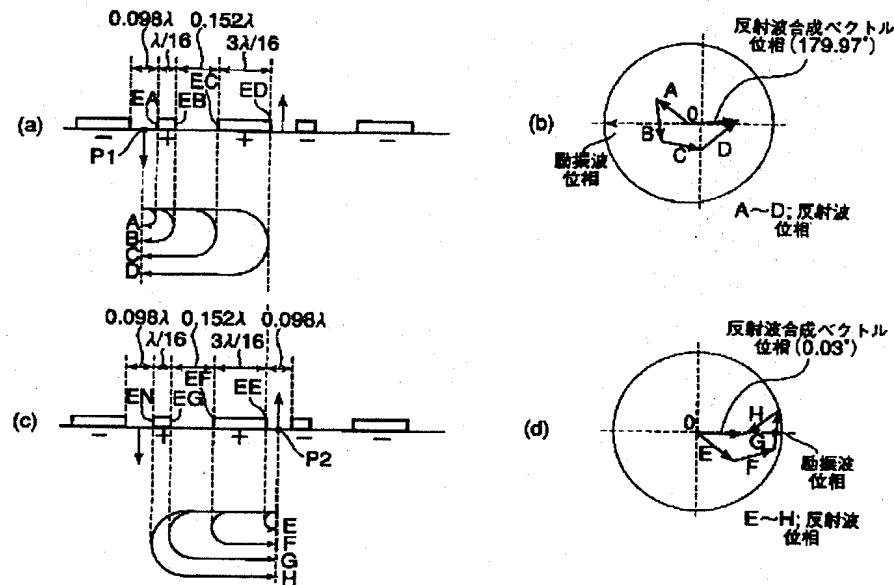
【図2】



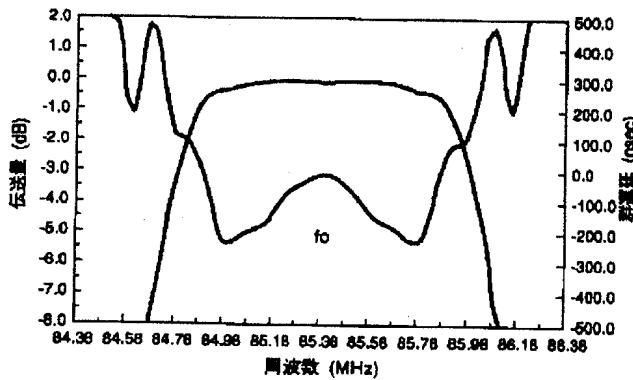
【図7】



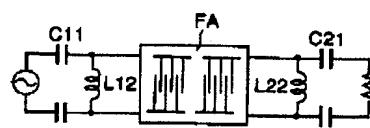
【図3】



【図4】

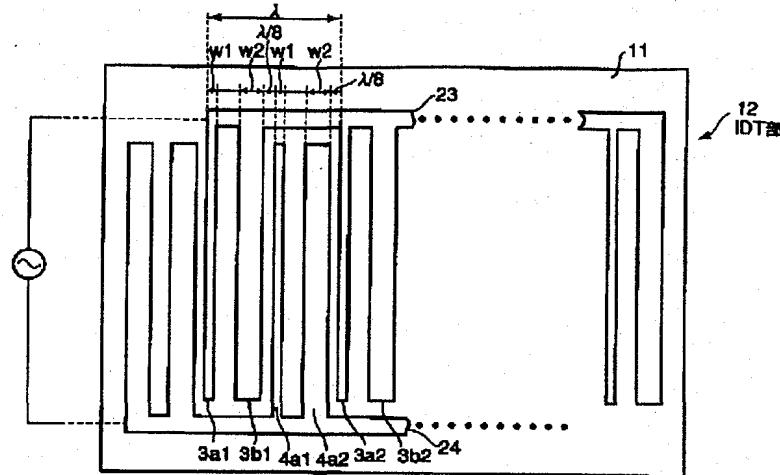


(a)



(b)

【図5】



【図6】

